
低辐射剂量扫描康普顿X射线显微镜

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23825.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

低辐射剂量扫描康普顿X射线显微镜。

导读

近日，来自德国自由电子激光中心的Saša Bajt团队设计并制造了一种新型的扫描康普顿X射线显微镜，该显微镜能够显著降低成像所需的辐射剂量，减少对生物样品的损伤，为软物质和生物材料成像技术的进一步发展提供了有力支撑。

研究背景

短波辐射(例如 X

射线或电子)可用于接近原子尺度的空间分辨率成像，然而，埃格斯特伦波长(ångström wavelengths)的辐射能量足以电离所研究的材料，导致材料的结构发生变化，从而限制了样品图像的质量。这个问题在生物成像中尤为关键，因为生物材料只能承受某一最大剂量，以避免辐射导致的结构损伤影响成像效果。

对于低温冷却的水合生物样品，结构降解的长度尺度与剂量大致呈线性关系。

因此，可接受的剂量与分辨率成比例，并且发现每 1 nm 的结构降解的剂量大约为 100 MGy。为了在尽可能降低成像所需剂量的同时保证成像的质量，学者们提出了许多方法，其中证明了相衬 X 射线成像(Phase-contrast X-ray imaging)可以在约 10keV 的光子能量下进行有效成像，因为这种辐射更能穿透样品，并且其较短的波长能够提供更大的聚焦深度。因此，如果能在已有研究的基础上，进一步减少有效成像所需的辐射剂量，对于生物医学成像等领域的发展具有极其重要的意义。

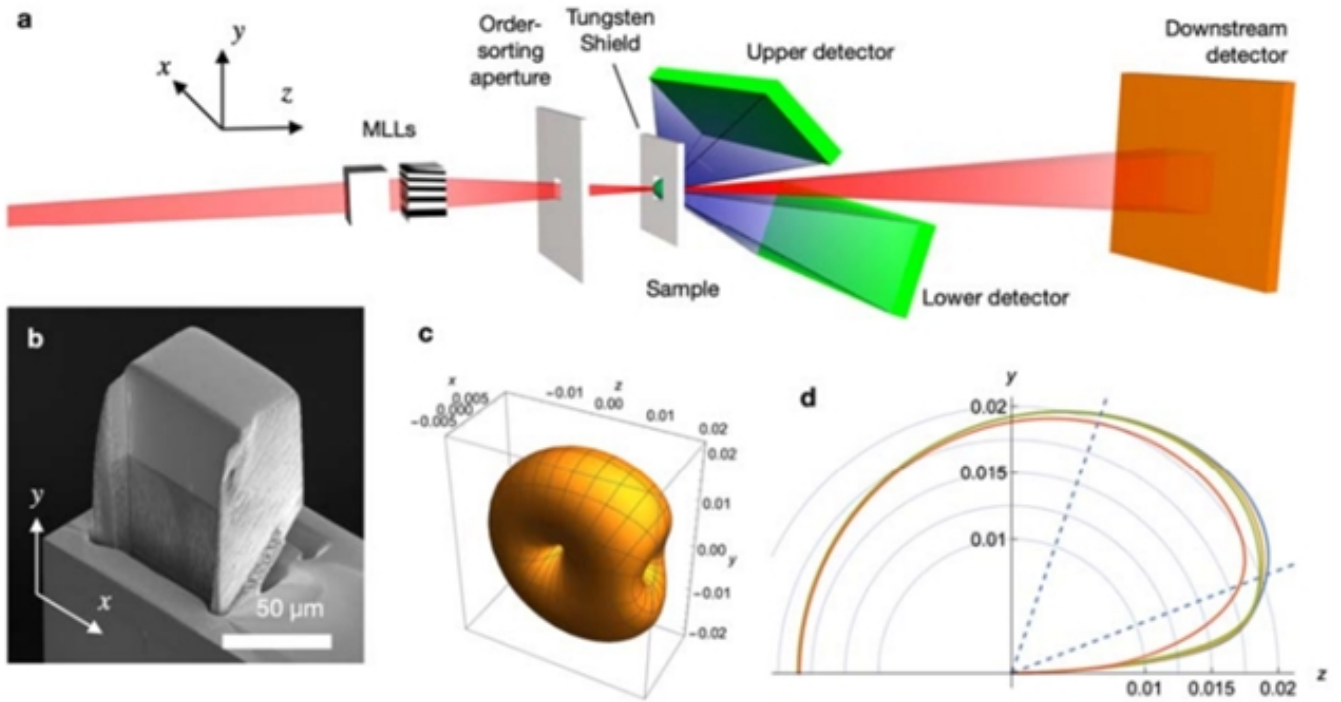
。

创新研究

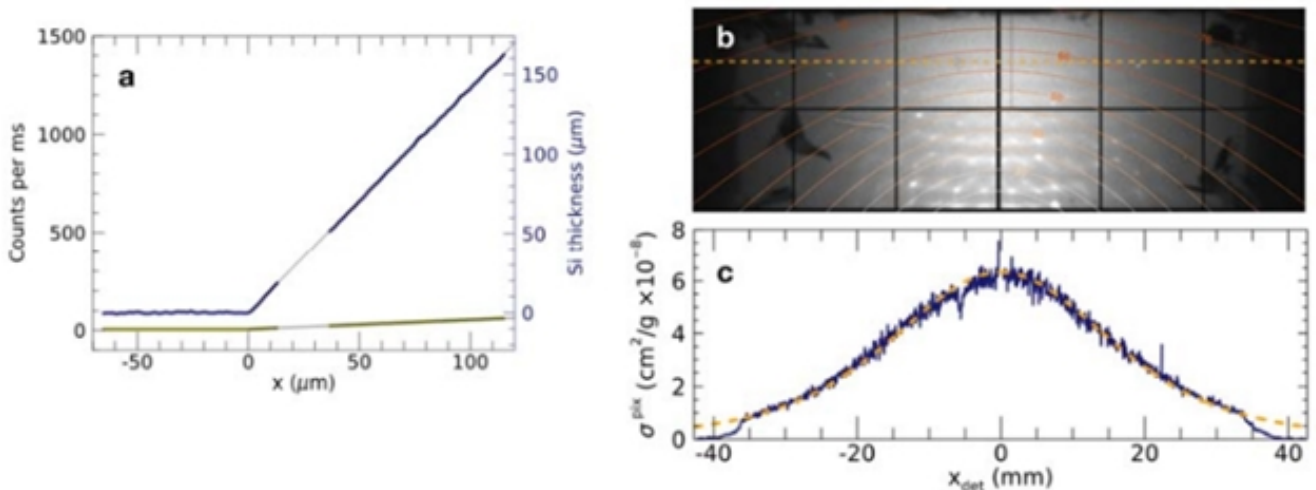
在本研究中，研究团队的理论和实验研究表明，扫描康普顿X射线显微镜可以用比相衬成像更低的剂量提供高分辨率图像。研究团队使用专为聚焦高能X射线设计的新型厚楔形多层劳厄透镜，以聚焦约70nm的60keV探测光束对扫描康普顿X射线显微方法进行了测试(图一，图二，图三)。研究成果展示了对生物材料成像的适用性，并展示了干燥物体(螺旋藻细菌、硅藻和花粉粒)的成像结果(图四)，这些图像是在远低于冷却水合样品可容忍限度的剂量下获得的。

这一研究成果为生物成像技术的进一步发展开辟了更广阔的研究前景，将扫描康普顿X射线显微技术，与大立体角有效探测器以及下一代同步辐射源的高亮度相结合，有望进一步开发出高分辨

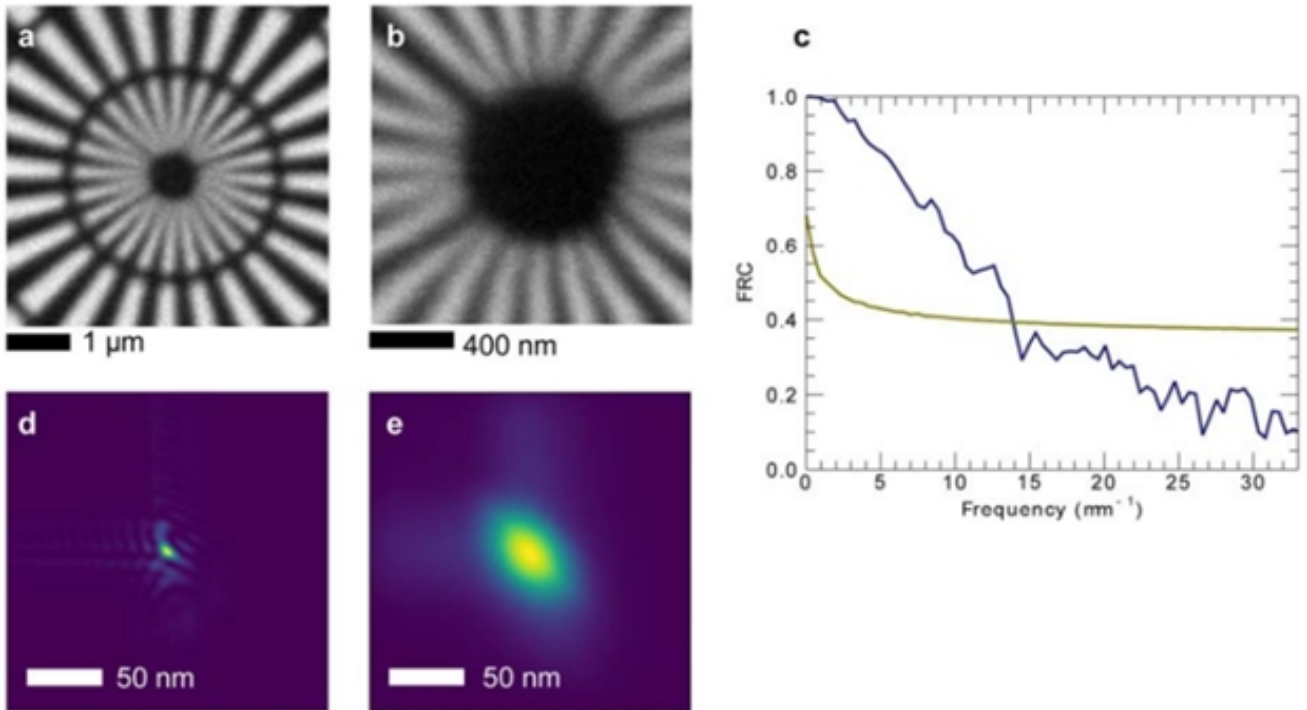
率的扫描康普顿X射线显微镜，这为后续的研究提供了一条极具潜力的道路。



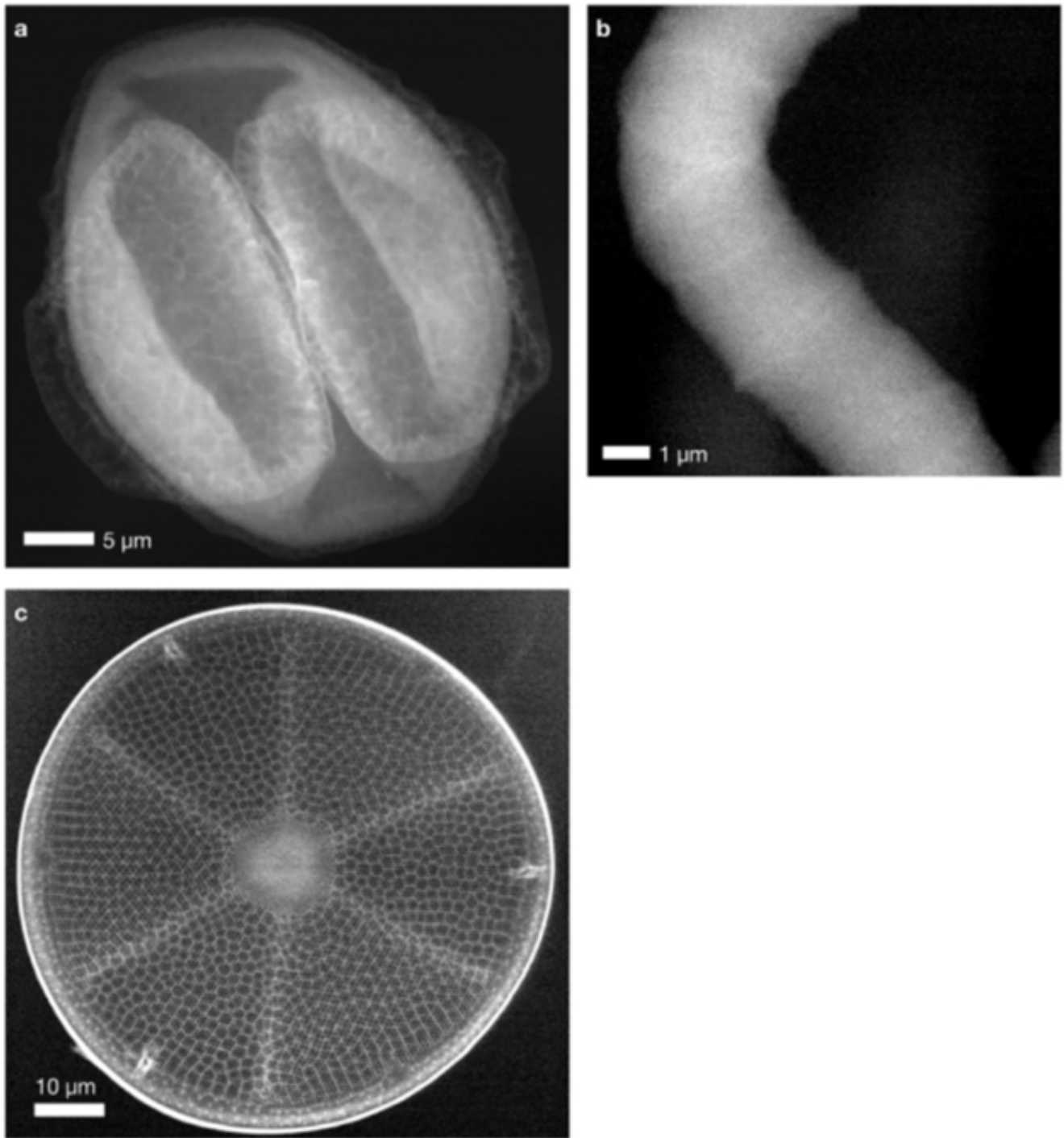
图一：(a) 显微镜示意图。(b) 多层劳厄透镜(Laue lenses)之一的扫描电子显微照片，光束传播方向(z方向)厚35 μm，高51 μm(y方向)。多层结构在Si衬底上方呈灰色，看起来更暗。(c) 在60 keV光子能量下，以cm²/g/立体角为单位的碳截面，(d)与(c)相同单位的C(蓝色)、N(黄色)、O(绿色)和Si(橙色)截面的切面。虚线表示了探测器的接收角。



图二：(a)来自硅楔样品的上部(蓝色)和下部(绿色)离轴探测器的测量信号，每个数据点的曝光时间为2000毫秒，入射通量为 1.54×10^6 ph/ms。(b) Si的去背景的检测器横截面，以0(黑色)到 8×10^{-8} cm²/g(白色)的灰度显示。图中标注了散射角的轮廓。(c)沿(b)的橙色虚线的响应，以及相应的计算得到的横截面(虚线)。



图三：(a, b) 750 nm厚的星形结构的暗场图像，测量步长分别为 50 nm 和 15 nm，每个像素的驻留时间分别为 10 ms 和 20 ms。(c) 由和(b)相同的扫描形成的傅里叶环相关函数，表明分辨率为 72 nm。One-bit criterion以橄榄绿色曲线显示。(d) 透镜的点扩散函数，通过波前测量获得。(e)计算得到的距离为 42 m且相对带宽为 0.05%的 100 μm * 100 μm 源的焦斑。



图四：(a) 松花粉粒、(b) 螺旋藻蓝绿藻和 (c) 硅酸盐硅藻壳的暗场图像。

该文章发表在国际顶尖学术期刊《Light: Science Applications》，题为Dose-efficient Scanning Compton X-ray Microscopy, Tang Li为论文的第一作者，Henry N. Chapman和Saša Bajt为论文的共同通讯作者。(来源：LightScienceApplications)

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41377-023-01176-5>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真

实性;如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用,须保留本网站注明的“来源”,并自负版权等法律责任;作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜,请与我们联系。

作者: Sasa Bajt 来源: 《光: 科学与应用》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有, 请勿用于商业用途, [爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发